

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11179494 A**

(43) Date of publication of application: **06.07.99**

(51) Int. Cl **B22D 11/06**

(21) Application number: **09354744**

(71) Applicant: **NIPPON STEEL CORP**

(22) Date of filing: **24.12.97**

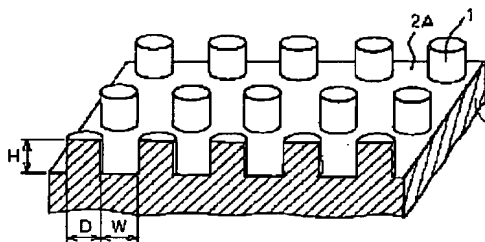
(72) Inventor: **MIYAZAKI MASAFUMI**

**(54) COOLING ROLL FOR CONTINUOUSLY CASTING
THIN CAST SLAB AND THIN CAST SLAB USING
COOLING ROLL**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To stably cast a cast slab having good surface quality in a thin cast slab continuous casting using a cooling roll.

SOLUTION: Many projections 1 are formed on the circumferential surface of the cooling roll 2 and the projection 1 has $\approx 20 \mu\text{m}$ height H, 0.2-1.0 mm diameter D and 0.2-1.0 mm the nearest interval W between the projections 1. In such a constitution, the ruggedness height on the cast slab surface is sufficiently flattened while preventing the crack of the cast slab and the cast slab having good quality without needing the surface cleaning can stably be cast.



COPYRIGHT: (C)1999,JPO

DERWENT-ACC-NO: 1999-438146
DERWENT-WEEK: 199937
COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Cooling drum of drum belt type casting apparatus for thin piece continuous castings - has protrusions formed on surrounding surface of drum unit at suitable intervals with predefined height and diameter

PATENT-ASSIGNEE: NIPPON STEEL CORP[YAWA]

PRIORITY-DATA: 1997JP-0354744 (December 24, 1997)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 11179494 A	July 6, 1999	N/A	007	B22D 011/06

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 11179494A	N/A	1997JP-0354744	December 24, 1997

INT-CL (IPC): B22D011/06

ABSTRACTED-PUB-NO: JP 11179494A

BASIC-ABSTRACT: NOVELTY - Protrusions (1) are formed on the surrounding surface

of a cooling drum (2). The height (H) of each protrusion is set to a minimum of 20 μ m. The diameter (D) of the protrusion ranges between 0.2-1.0 mm.

The

nearest space of the adjacent protrusion is set in the range 0.2-1.0 mm.

USE - In drum belt type casting apparatus used for thin cast piece continuous castings.

ADVANTAGE - The cast piece is obtained with good quality without need of any post-process by preventing crack on the surface. DESCRIPTION OF DRAWING(S) -

The figure shows the partial cross sectional view of the cooling drum. (1) Protrusion; (2) Cooling drum; (D) Protrusion diameter; (H) Protrusion height.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/6

TITLE-TERMS:

COOLING DRUM DRUM BELT TYPE CAST APPARATUS THIN PIECE
CONTINUOUS CAST PROTRUDE
FORMING SURROUND SURFACE DRUM UNIT SUIT INTERVAL
PREDEFINED HEIGHT DIAMETER

DERWENT-CLASS: M22 P53

CPI-CODES: M22-G03A3;

SECONDARY-ACC-NO:

CPI Secondary Accession Numbers: C1999-128864

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1999-327278

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-179494

(43)公開日 平成11年(1999)7月6日

(51)Int.Cl.⁵

B 2 2 D 11/06

識別記号

3 3 0

F I

B 2 2 D 11/06

3 3 0 B

3 3 0 A

審査請求 未請求 請求項の数6 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平9-354744

(22)出願日 平成9年(1997)12月24日

(71)出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(72)発明者 宮寄 雅文

山口県光市大字島田3434番地 新日本製鐵
株式会社光製鐵所内

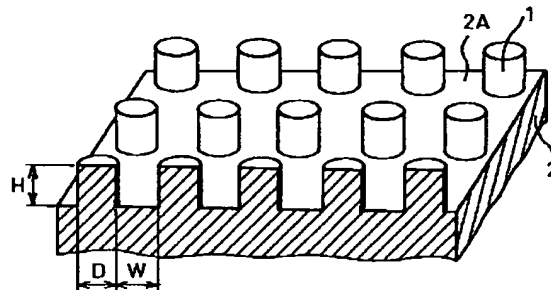
(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

(54)【発明の名称】 薄肉鋳片連続鋳造用冷却ドラム及び冷却ドラムを用いた薄肉鋳片

(57)【要約】

【課題】 冷却ドラムを用いた薄肉鋳片連続鋳造において表面品質良好な鋳片を安定して鋳造する。

【解決手段】 冷却ドラム2の周面に多数の突起1が形成されており、突起1の高さHは20 μ m以上であり、突起1の直径Dは0.2mm以上1.0mm以下であり、突起1の最近接間隔Wは0.2mm以上1.0mm以下である。この構成により、鋳片の割れを防止しつつ鋳片表面の凹凸高さを十分に平坦にして、表面手入れの不要な品質良好な鋳片を安定して鋳造することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 薄肉鋳片連続鑄造用の冷却ドラムであって、該冷却ドラムは周面に多数の突起が形成されていることを特徴とする薄肉鋳片連続鑄造用冷却ドラム。

【請求項2】 前記冷却ドラムは突起の高さが $20\mu\text{m}$ 以上であることを特徴とする請求項1に記載の薄肉鋳片連続鑄造用冷却ドラム。

【請求項3】 前記冷却ドラムは突起の直径が 0.2mm 以上 1.0mm 以下であることを特徴とする請求項1に記載の薄肉鋳片連続鑄造用冷却ドラム。

【請求項4】 前記冷却ドラムは突起の最近接間隔が 0.2mm 以上 1.0mm 以下であることを特徴とする請求項1に記載の薄肉鋳片連続鑄造用冷却ドラム。

【請求項5】 前記冷却ドラムの突起が円柱状ないし楕円柱状であることを特徴とする請求項1に記載の薄肉鋳片連続鑄造用冷却ドラム。

【請求項6】 周面に多数の突起が形成された冷却ドラムを用いて連続鑄造された薄肉鋳片であって、該薄肉鋳片の表面の最大凹凸高さが $15\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする薄肉鋳片。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は溶融金属から薄肉鋳片を連続鑄造する装置の冷却ドラムおよびその冷却ドラムを用いて連続鑄造された薄肉鋳片に関するものである。

【0002】

【従来の技術】板厚が 1mm から 10mm 程度の薄肉鋳片（以下、主に鋳片という）を連続鑄造する装置として、一对の冷却ドラム（以下、主にドラムという）を備えた双ドラム式連続鑄造装置や、1個のドラムを備えた単ドラム式連続鑄造装置や、ドラムとベルトを備えたドラム-ベルト式連続鑄造装置などが知られている。

【0003】これらの連続鑄造装置を用いて鑄造された鋳片は薄肉で最終製品に近い形状であるため、鋳片の段階で割れや亀裂などの表面欠陥を防止して皆無に近くすることが不可欠となる。なぜならば、鋳片が薄肉ゆえに表面欠陥を研削などの手入れによって除去することは困難であり、たとえ除去できたとしても歩留りが大幅に悪化するなどの問題が生じるからである。

【0004】ところが、薄肉鑄造では凝固シェルが急冷されるため、急冷に伴う熱収縮応力によって鋳片表面に割れや亀裂等の欠陥が発生し易いという弱点が何れの薄肉連続鑄造装置にも存在する。

【0005】そこで、鋳片の表面欠陥を安定的に防止するための種々の工夫が提案されている。例えば特公平4-33537号公報にはドラムの周面に円形または楕円形の窪みを多数形成する方法が開示されている。また特開平3-174956号公報にはドラムの周面をローレット加工やサンドブラスト加工によって粗面化する方法

が開示されている。また特開平6-304715号公報にはベルトによって薄肉鋳片を鑄造する方法に関して、ベルトの表面に断熱性のコーティングを施した上に多数の凹部ないし凸部を形成する方法が開示されている。

【0006】これらの方法は何れも、ドラムやベルトに窪みや突起を多数形成することによってドラムと溶鋼の間に空気層を導入し、ドラム周面と溶鋼との実効接触面積を減少させることによって凝固シェルの冷却を緩和し、熱収縮などによる応力を減少させて割れや亀裂などを防止して健全な表面性状の鋳片を得るという方法である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、特公平4-33537号公報や特開平3-174956号公報に開示されているようにドラム周面に窪みを形成すると、ドラム周面に溶鋼が接触する際に窪みに溶鋼が差し込むため、鋳片表面には凸状の突起が形成される。このような突起を有する鋳片はそのままでは製品とななり難く、また後工程で圧延等の加工を施した場合にスケールの巻き込みや線ヘゲなどの圧延疵となる。

【0008】本発明者が鋭意検討の結果、鋳片表面の凹凸高さが $15\mu\text{m}$ 以下であれば、後工程で前述の圧延疵が発生しないことが判明した。

【0009】鋳片表面の凸状突起の高さを低くするためにはドラム周面の窪みを浅く形成させるとよいが、この場合にはドラムと溶鋼の間の空気層が減少するために凝固シェルの冷却を緩和する作用が小さくなり、鋳片表面の割れを防止しきれない場合が発生した。

【0010】また特開平6-304715号公報に開示されているようにベルトの表面に高さ $50\sim 150\mu\text{m}$ 、直径 $1.0\sim 2.0\text{mm}$ の凸部を形成させると、鋳片の表面には凹状の窪みが形成される。このような窪みもまた、その凹凸高さが著しい場合には前述と同様に製品としては許容し難く、また後工程での圧延疵の発生原因となり得る。特に特開平6-304715号公報の開示に従って直径 $1.0\sim 2.0\text{mm}$ の凸状突起を施工した場合には凹状の窪みは著しく、また鋳片表面の割れも完全に解消しきれない。

【0011】そこで本発明は、薄肉連続鑄造方法において鋳片表面の割れを皆無化し、かつ鋳片表面の凹凸高さを $15\mu\text{m}$ 以下とすることで、表面手入れの必要の無い良好な表面品質の鋳片を安定して得ることを課題とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明による薄肉鋳片連続鑄造用の冷却ドラムは、図1に示す斜視図（一部断面図）のように冷却ドラム2の表面に多数の突起1が形成されており、突起の高さHは $20\mu\text{m}$ 以上であり、突起の直径Dは 0.2mm 以上 1.0mm 以下であり、突起の最近接間隔Wは 0.2mm 以上 1.0mm 以下である

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。また本発明による薄肉鋳片は表面に多数の突起1が形成された冷却ドラム2を用いて連続鋳造された薄肉鋳片であって、鋳片表面の凹凸高さが15 μm 以下であることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】図1に示すように、本発明による冷却ドラム2の表面には多数の突起1が形成されている。突起1は冷却ドラム2と一体であってもよく、またメッキなどにより複数の層が形成されていてもよい。しかし、突起1が受ける熱疲労や摩耗などに対する耐久性の観点から、冷却ドラム2と突起1は一体であることが望ましい。

【0014】なお、突起1はフォトリソグラフィやレーザー加工など公知の手法によって施工することができる。

【0015】突起1の寸法は、突起の高さH、突起の直径D、突起の最近接間隔Wによって規定される。突起1の形状は如何なる形状であっても本発明の作用効果に対して概ね影響しないが、突起1の耐久性を考慮すると円柱状ないし楕円柱状であるのが望ましく、突起の先端面3は後述するように平坦な鋳片表面を得るために平坦であることが望ましい。なお、突起1が楕円柱状の場合は長径と短径の平均値を突起の直径Dと定義する。

【0016】以下に図2から図6に基づいて本発明の実施形態と作用効果について説明する。図2は本発明に基づく冷却ドラム2の周面に凝固シェル5が生成し始めた様子を模式的に示した図である。図2では突起1を4つ含む冷却ドラム2の周面近傍を切り出した形で上方から斜視しており、各々の突起1は縦半分の断面を示している。冷却ドラム2の上方には凝固シェル5が生成しており、凝固シェルの表面6と冷却ドラム2とのギャップには図示していないガスが存在し、ガスギャップを形成している。凝固シェル5の上方には図示していない溶鋼が存在している。なお、突起の先端面3と凝固シェルの表面6は実際にはほぼ接触していると考えられるが、図面では理解を容易にするために若干離している。

【0017】図2の時点よりさらに前の溶鋼が冷却ドラム2に接近したときは、凝固シェル5は生成しておらず、溶鋼は表面張力によってほぼ平坦となっていると考えられる。溶鋼が冷却ドラム2に接触するときは、溶鋼は最初に突起の先端面3に接触して突起部の凝固シェル7が最初に形成される。このとき凝固シェル7は溶鋼の圧力によって突起の先端面3に押しつけられるため、突起の周縁4の近傍においては接触が密なために凝固シェル5は急激に成長して肥大し、溶鋼の圧力によって冷却ドラム2の側に押されてリング状の隆起部8が形成される。このときリング状の隆起部8は突起の周縁4と密着するため、十分に冷却されており剛性が高い。そのためリング状の隆起部8は冷却ドラム2の側に突出するように変形することなく、主として溶鋼側（図2では上方）に成長することになり、図2に示すように突起部の

凝固シェル7はカルデラ型となる。

【0018】一方、突起部の凝固シェル7以外の部分における溶鋼の圧力は、ガスギャップGのガス圧力及び溶鋼の表面張力と拮抗するため、溶鋼は概ね平坦な形状を保ち、冷却ドラム2と直接に接触することはない。そして溶鋼はガスギャップG内でのガスの接触伝熱や放射伝熱などによって抜熱されるため、概ね平坦な形状のまま凝固して平坦な凝固シェル5を形成する。このとき仮に凝固シェル5の一部が冷却ドラムの平坦面2Aに接近しても、接近した部分は熱収縮によって冷却ドラム2から離間するので、元の形状に戻ることになる。また、ガスギャップG内のガスの対流による伝熱の均一化効果により凝固シェル5は均一に凝固する。

【0019】このように、突起1が形成された冷却ドラム2によって凝固シェル5が生成する場合は、溶鋼はその殆どの部分が冷却ドラム2と接触しておらず間接的な抜熱であるため、凝固シェルの表面6は溶鋼状態での形状を反映して概ね平坦となる。また、突起の先端面3と接触する突起部の凝固シェル7の部分は突起の先端面3の平坦な形状が転写されるために平坦である。そして唯一、突起の周縁4と対応する部分がリング状の隆起部8として僅かに残存するのみとなる。

【0020】また、凝固シェル5はその殆どの部分が間接的な抜熱によって緩冷却されるため熱収縮応力が小さく、さらにガスギャップG内のガスの対流によって抜熱が均一化されるため凝固が均一となり、鋳片表面に割れや亀裂が発生し難くなる。

【0021】図3は、窪み9が形成された従来の冷却ドラム13の周面に凝固シェル5が生成した様子を模式的に示した図である。図3も図2と同様に窪み9を4つ含む部分を切り出した形で上方から斜視しており、各々の窪み9は縦半分を断面で示している。凝固シェル5の上方には図示していない溶鋼が存在している。凝固シェルの表面6と冷却ドラムの平坦面13Aは実際にはほぼ接触していると考えられるが、図面では理解を容易にするため若干離している。

【0022】溶鋼はまず冷却ドラムの平坦面13Aによって抜熱されて凝固シェル5が生成する。窪みの周縁10の近傍は溶鋼との接触が密になるために著しく抜熱されて凝固シェルの肥大部11が形成される。このとき凝固シェル5は冷却ドラムの平坦面13Aの側へは突出できないので、溶鋼側（図3では上方）に成長することになる。

【0023】一方、窪み9と対応する位置の溶鋼は抜熱が少ないので、凝固し難い。そのため、この未凝固部に溶鋼圧力が加わると凝固シェル5は窪み9側へ突出し、凸部12が形成される。このとき、凸部12は冷却ドラム2に接近することによって冷却され熱収縮するが、凸部周辺の凝固シェルの肥大部11の方がより冷却されておりより収縮しているため、凸部12は元の形状に戻る

ことはない。さらにまた、窪み9にガスが閉じこめられるためにガスは対流せず、伝熱は均一化されない。

【0024】このように、窪み9が形成された冷却ドラム2によって凝固シェル5が生成する場合は、窪み9に溶鋼が必然的に差し込むため、凝固シェル5に凸部12が形成されることになる。

【0025】また、凝固シェル5は冷却ドラムの平坦面13Aから直接的に抜熱される一方、凸部12はその周辺と比べて極端に緩冷却されるため、窪みの周縁10の近傍で過大な熱収縮応力が働き、さらにガスギャップG内のガスは対流しないため抜熱が不均一となって凝固が不均一となり易いため、鑄片表面の割れや亀裂などが発生し易くなる。

【0026】以上を鑑みると、突起1が形成された冷却ドラム2を用いて凝固シェルの表面6を十分に平坦化するためには突起の最近接間隔Wを適切に選択する必要がある、また割れや亀裂などを防止するためには突起の高さHと突起の最近接間隔Wに基づくガスギャップ量と突起の直径Dに基づく突起部の凝固シェル7の大きさを適切に選択する必要があることがわかる。

【0027】図4は、突起の高さHと鑄片表面に発生した割れ発生長さおよび鑄片表面での最大凹凸高さとの関係を示した図である。突起の高さHが本発明の範囲である $20\mu\text{m}$ 以上であれば鑄片表面には割れは発生せず、また鑄片表面の最大凹凸高さを圧延疵の発生を完全に防止できる範囲である $15\mu\text{m}$ 以内に納めることができる。突起の高さHがゼロ、即ち冷却ドラム2の周面が平坦に近づくにつれて鑄片表面割れの発生量は激増し、ドラム周面に負の突起、即ち窪みを形成すると再び割れは減少する。しかし、この場合には鑄片表面の最大凹凸高さが $15\mu\text{m}$ を超えるため、圧延疵が発生して好ましく

ない結果となる。

【0028】なお、突起の高さHの上限は機能上からは制限されないが、突起1の施工性や耐久性を考慮すると、 $200\mu\text{m}$ 以下に納めるのが現実的と言える。

【0029】図5は突起の直径Dと鑄片表面に発生した割れ発生長さおよび鑄片表面での最大凹凸高さとの関係を示した図である。突起の直径Dが本発明の範囲である 0.2mm 以上 1.0mm 以下にある場合には、鑄片表面割れは発生せず、また鑄片表面の凹凸高さも目標値を十分クリアする。突起の直径Dが本発明の範囲を逸脱すると、鑄片表面に割れが発生する。

【0030】図6は突起の最近接間隔Wと鑄片表面に発生した割れ発生長さおよび鑄片表面での最大凹凸高さとの関係を示した図である。突起の最近接間隔Wが本発明の範囲である 0.2mm 以上 1.0mm 以下にある場合には、鑄片表面割れは発生せず、また鑄片表面の凹凸高さも目標値を十分クリアする。突起の最近接間隔Wが本発明の範囲を下回ると鑄片表面に割れが発生し、本発明の範囲を上回ると鑄片表面に割れが発生し、さらに鑄片表面の最大凹凸高さが圧延疵防止範囲を逸脱する。

【0031】

【実施例】以下に本発明の効果を表1に記載の実施例に基づいて説明する。鑄造機は双ドラム式連続鑄造機を用いた。鑄型である冷却ドラムは直径 1200mm 、幅 1000mm であった。これによりAISI304ステンレス鋼を 64m/分 の鑄造速度で鑄造し、 3mm 厚の薄肉鑄片を得た。冷却ドラムの表面にはNiメッキを 1mm 厚み施工し、メッキの最外層に表1に示す寸法の突起をフォトエッチングによって施工した。

【0032】

【表1】

実験番号	ドラム表面突起の寸法			鑄片表面状況		備考
	高さH (μm)	直径D (mm)	最近接間隔W (mm)	割れ発生長さ (mm/m^2)	最大凹凸高さ (μm)	
1	± 10	0.5	0.5	263	5	比較例 (H過小)
2	20	0.2	0.2	0	9	本発明例
3	40	0.5	0.5	0	7	本発明例
4	80	0.5	0.5	0	8	本発明例
5	150	1.0	1.0	0	11	本発明例
6	40	± 0.1	0.5	39	10	比較例 (D過小)
7	40	0.2	0.5	0	9	本発明例
8	40	1.0	0.5	0	8	本発明例
9	40	± 1.2	0.5	67	11	比較例 (D過大)
10	40	± 1.5	0.5	110	13	比較例 (D過大)
11	40	± 2.0	0.5	171	12	比較例 (D過大)
12	40	0.5	± 0.1	44	11	比較例 (W過小)
13	40	0.5	0.2	0	9	本発明例
14	40	0.5	1.0	0	12	本発明例
15	40	0.5	± 1.2	168	31	比較例 (W過大)
16	40	± 0.1	± 0.1	89	28	比較例 (D、W過小)
17	40	± 1.2	± 1.2	252	37	比較例 (D、W過大)
18	± 0	—	—	1000以上	割れ過多の為未測	比較例
19	± 10	0.5	0.5	510	7	比較例
20	± 50	0.5	0.5	0	42	比較例

*1) 本発明の範囲を逸脱したものを示す
 **1) 負の値は窪み深さを表す

【0033】次に得られた結果について表1を基に説明する。実験番号2、3、4、5、7、8、13、14は本発明に基づいて冷却ドラムに突起を設けた例であり、鑄片表面に割れは発生せず、鑄片表面の凹凸も微少で圧延疵の防止範囲を十分クリアするものであった。

【0034】一方、実験番号1、6、9、10、11、12、15、16、17は本発明の範囲を逸脱するものであり、また実験番号18、19、20はドラム周面に突起を施工しなかった例であり、何れも品質良好な鑄片を安定して鑄造できなかった。実験番号1は突起の高さが過小であった例であり、実験番号6は突起の直径が過小であった例であり、実験番号9、10、11は突起の直径が過大であった例であり、実験番号12は突起の最近接間隔が過小であった例であり、何れも鑄片表面に割れが発生した。実験番号15は突起の最近接間隔が過大であった例であり、実験番号16は突起の直径ならびに最近接間隔が何れも過小であった例であり、実験番号17は突起の直径ならびに最近接間隔が何れも過大であった例であり、何れも鑄片表面割れと著しい凹凸が発生した。また一方、実験番号18はドラム周面に凹凸を全く施工しなかった例であり、著しい割れが発生した。実験番号19、20はドラム周面に窪みを施工した例であり、割れ防止ないし凹凸高さ低減の何れかが未達であった*50

*た。

【0035】

30 【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、薄肉連続鑄造方法において鑄片表面の割れを皆無にでき、かつ後工程における鑄片表面の手入れの必要の無い良好な表面品質の鑄片を安定して得ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による冷却ドラムの周面近傍の斜視図（一部断面図）。

【図2】本発明による冷却ドラムの周面に生成し始めた凝固シェルの模式図。

40 【図3】従来の冷却ドラムの周面に生成し始めた凝固シェルの模式図。

【図4】冷却ドラム周面の突起の高さと鑄片表面の割れ並びに最大凹凸高さとの関係を示す図。

【図5】冷却ドラム周面の突起の直径と鑄片表面の割れ並びに最大凹凸高さとの関係を示す図。

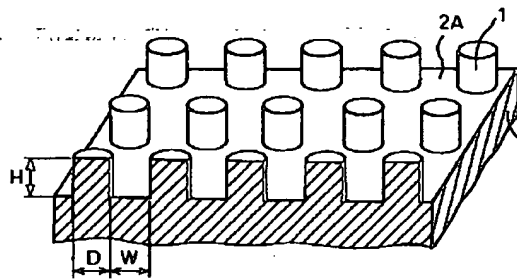
【図6】冷却ドラム周面の突起の最近接間隔と鑄片表面の割れ並びに最大凹凸高さとの関係を示す図。

【符号の説明】

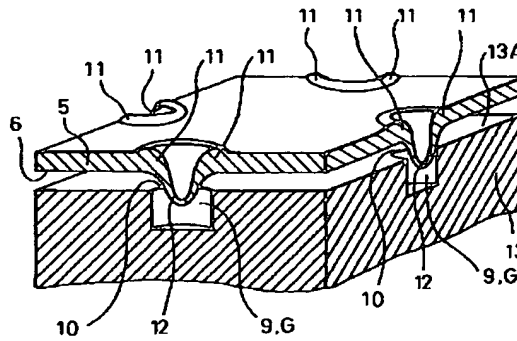
1…冷却ドラム周面の突起
 2…本発明の冷却ドラム
 2A…冷却ドラムの平坦面

- 3…突起の先端面
4…突起の周縁
5…凝固シェル
6…凝固シェルの表面
7…突起部の凝固シェル
8…リング状の隆起部
9…窪み
10…窪みの周縁

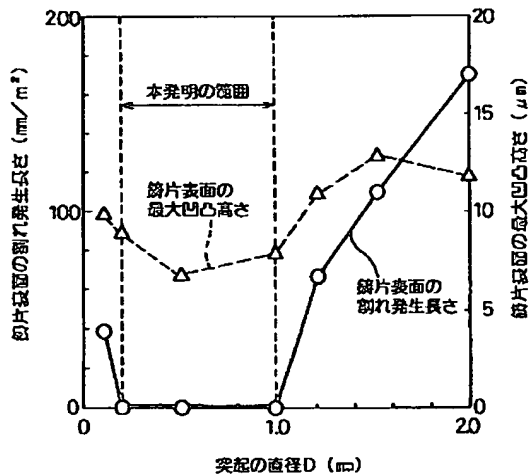
【図1】



【図3】

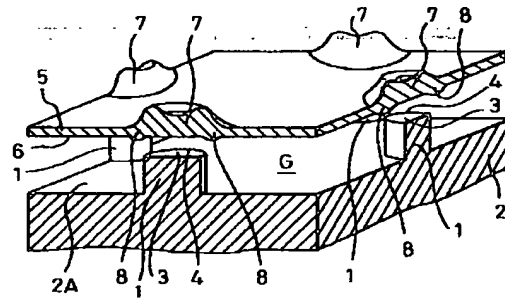


【図5】

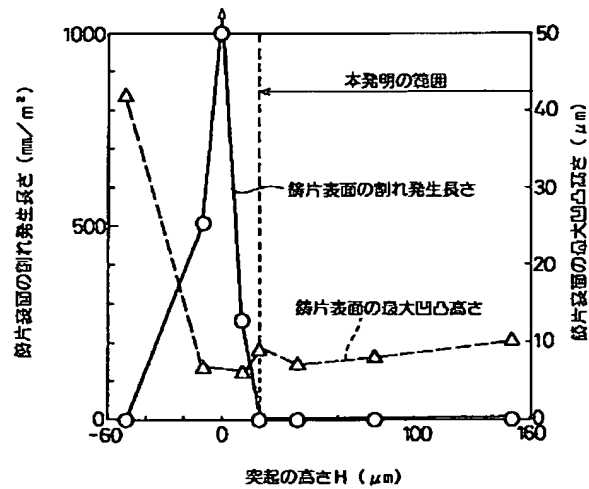


- 11…凝固シェルの肥大部
12…凸部
13…従来の冷却ドラム
H…突起の高さ
D…突起の直径
W…突起の最近接間隔
G…ガスギャップ

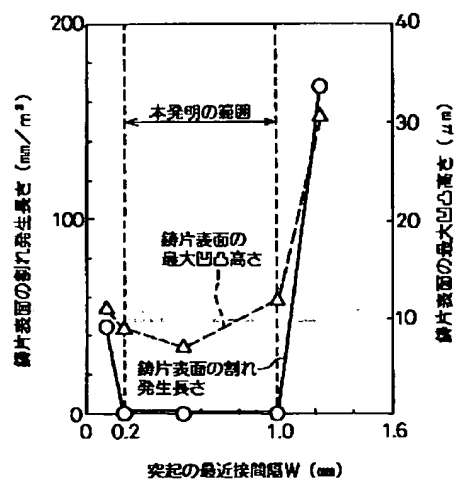
【図2】



【図4】



【図6】



【手続補正書】

【提出日】平成10年1月16日

【手続補正1】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】

